

SISTEM VERIFIKASI WAJAH MENGGUNAKAN JARINGAN SARAF TIRUAN *LEARNING VECTOR QUANTIZATION*

Abdul Fadlil dan Surya Yeki

Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Ahmad Dahlan,
Kampus III UAD Jl. Prof. Dr. Soepomo, Janturan, Umbulharjo, Yogyakarta
Telp 0274-379418, 381523, Fax 0274-381523
fadlil@uad.ac.id, surejack@ee.uad.ac.id

Abstrak

Verifikasi wajah merupakan salah satu teknologi biometrika yang menjadi perhatian para peneliti. Banyak sekali sistem aplikasi yang berbasis kepada verifikasi wajah misalnya: akses pintu, akses mesin ATM, sistem presensi kehadiran, dll. Pada makalah ini akan dibahas perancangan dan pembuatan sistem verifikasi wajah manusia menggunakan metode ekstraksi menggunakan metode SPCA (Simple Principle Component Analysis) dan teknik klasifikasi jaringan saraf tiruan Learning Vector Quantization. Data citra wajah yang digunakan berasal dari 5 orang yang terdiri masing-masing sebanyak 10 citra wajah untuk proses pelatihan dan juga masing-masing sebanyak 10 wajah untuk proses pengujian. Hasil pengujian unjuk kerja sistem didapat nilai FRR rata-rata 0% dan FAR rata-rata = 1,55%.

Kata kunci : verifikasi wajah, SPCA, learning vector quantization

1. PENDAHULUAN

Mengenali wajah seseorang merupakan suatu hal yang mudah dilakukan oleh manusia. Seseorang akan dengan mudah mengenali wajah orang yang dikenali sebelumnya walaupun ekspresi wajah orang tersebut berbeda dari ekspresi wajah ketika dia bertemu bahkan dalam kondisi terang ataupun gelap. Namun tidak demikian bagi sebuah mesin atau komputer yang belum dilengkapi sistem cerdas.

Dalam era perkembangan sains dan teknologi, para ahli mencoba untuk menggantikan sistem kerja otak manusia atau lebih dikenal dengan jaringan saraf tiruan ke dalam sistem komputer. Dengan cara ini diharapkan pada suatu saat nanti akan dapat tercipta suatu komputer yang dapat menimbang dan mengambil keputusan sendiri sebagaimana layaknya manusia. Salah satu metode klasifikasi jaringan saraf tiruan yang sering digunakan untuk klasifikasi adalah *Learning Vector Quantization (LVQ)*.

Salah satu contoh sistem pengenalan pola (*pattern recognition*) adalah sistem pengenalan biometrika. Penggunaan teknologi biometrika untuk mengenali seseorang pada dasarnya telah digunakan sejak ribuan tahun yang lalu. Wajah seseorang telah digunakan untuk pengenalan selain suara, sidik jari maupun cara jalan. Bahkan saat ini berbagai karakteristik biometrika lain secara aktif masih dikembangkan oleh para peneliti seperti: DNA, tanda tangan, telapak tangan, retina mata, dll.

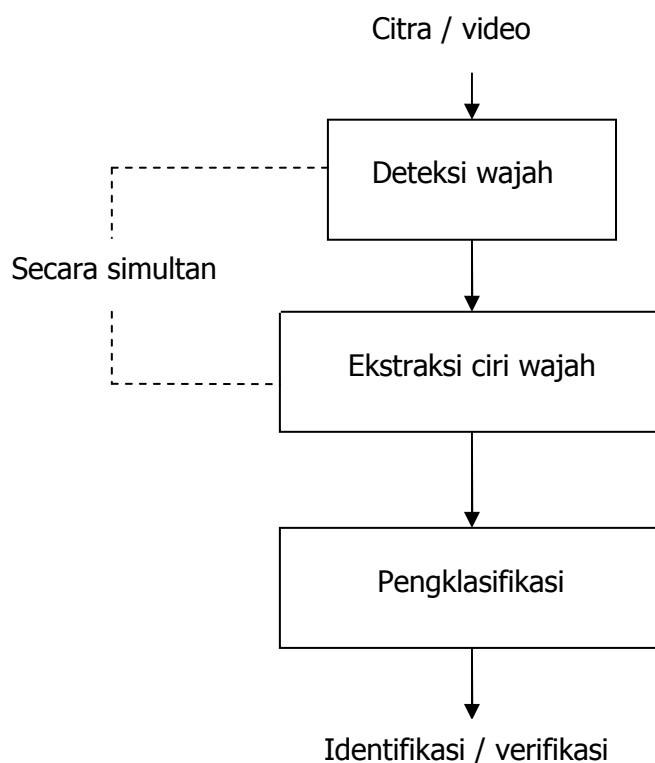
Penggunaan biometrika untuk sistem pengenalan mempunyai banyak keunggulan dibandingkan sistem tradisional seperti: penggunaan password, PIN, kartu, dan kunci yang telah banyak diaplikasikan pada: akses pintu, presensi kehadiran, mesin ATM, dll. Sedangkan untuk aplikasi pemerintahan misalnya: kartu penduduk/paspor, SIM, dan imigrasi (Jain *et al*, 2004).

2. KAJIAN PUSTAKA

Telah banyak usaha-usaha yang dilakukan oleh para peneliti untuk membangun suatu sistem berbasis pengenalan wajah dengan menggunakan berbagai metode yang berbeda-beda meliputi pemilihan ekstraksi ciri dan teknik klasifikasi. Walaupun sudah banyak teknik-teknik pengenalan wajah telah dikemukakan dan juga telah menunjukkan hasil yang cukup signifikan, namun pengenalan wajah yang handal masih sukar didapatkan (Paul and Michael, 2004, Zhao *et al*, 2005).

Studi awal pengenalan wajah telah dilakukan dengan suatu pendekatan sederhana program sederhana. Pada sistem pengenalan wajah yang telah dibuat menggunakan dua fungsi jarak yaitu Manhattan (L1) dan Euclidean (L2) serta jaringan saraf tiruan sebagai pengklasifikasi (Fadlil, 2007, Fadlil, 2006, Wilson and Tony, 1997).

Secara umum diagram blok sistem pengenalan wajah sebagaimana digambarkan sebagai berikut (Zhao *et al*, 2005):



Gambar 1: Diagram blok sistem pengenalan wajah

Pada Gambar 1, ditunjukkan bahwa sistem pengenalan wajah meliputi tiga tahap/bagian yaitu:

1. deteksi dan normalisasi wajah secara kasar
2. ekstraksi ciri dan normalisasi wajah secara lebih akurat
3. pengklasifikasi untuk mendapatkan hasil identifikasi atau verifikasi.

Masalah umum pada sistem pengenalan wajah adalah dimulai dari pemberian masukan berupa citra/gambar selanjutnya dilakukan identifikasi atau verifikasi satu atau beberapa orang dari gambar-gambar yang tersimpan pada database. Penyelesaian masalah ini dapat dilakukan dengan prose-proses yang meliputi segmentasi wajah atau deteksi wajah dari gambar, ekstraksi ciri dari wajah yang telah diketahui lokasinya, dan

pengenalan. Tujuan deteksi wajah adalah untuk menentukan ada atau tidaknya muka didalam gambar (Yang, *et al*, 2002).

Kadang-kadang perbedaan pembagian ini tidak sepenuhnya terpisah, sebagai contoh ciri wajah (mata, hidung, mulut) digunakan untuk pengenalan wajah namun sering juga digunakan dalam deteksi wajah. Deteksi wajah dan ekstraksi ciri dapat dicapai secara simultan sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 1.

Kebanyakan penelitian yang telah dilakukan sampai dengan pertengahan 1990an ditekankan pada segmentasi satu-wajah dari latar belakang gambar yang simpel atau kompleks. Berbagai pendekatan pada metode ini meliputi: penggunaan *template* keseluruhan-wajah, *template* berbasis ciri, warna dan jaringan syaraf tiruan. Deteksi wajah otomatis yang telah dilakukan oleh Rowley, dkk. pada tahun 1998 dengan membandingkan metode berbasis ciri dan *template-matching*. Satu pendekatan berbasis *template* telah dikaji oleh Yuille, dkk. pada tahun 1992, untuk mendeteksi mata-mata dan mulut pada gambar wajah. Metode deteksi wajah yang lebih baru lagi yaitu dengan satu pendekatan yang didasarkan pada pelatihan sampel-sampel wajah dan bukan wajah (Paul and Michael, 2004, Roberto and Tomaso, 1993).

Metode ekstraksi ciri terdiri dari tiga macam yang dapat dibedakan menjadi:

1. metode umum berdasarkan pada tepi, garis dan kurva
2. metode yang berdasarkan pada *template* ciri yang digunakan untuk mendeteksi ciri-ciri wajah seperti mata.
3. metode matching struktural

Banyak metode pengenalan wajah telah diusulkan selama kurun waktu lebih dari 30 tahun. Pengenalan wajah merupakan masalah penting yang belum berhasil dengan memuaskan sehingga masih menjadi perhatian para peneliti yang mempunyai latar belakang disiplin ilmu yang berbeda-beda: psikologi, pengenalan pola, jaringan syaraf, visi komputer dan komputer grafik.

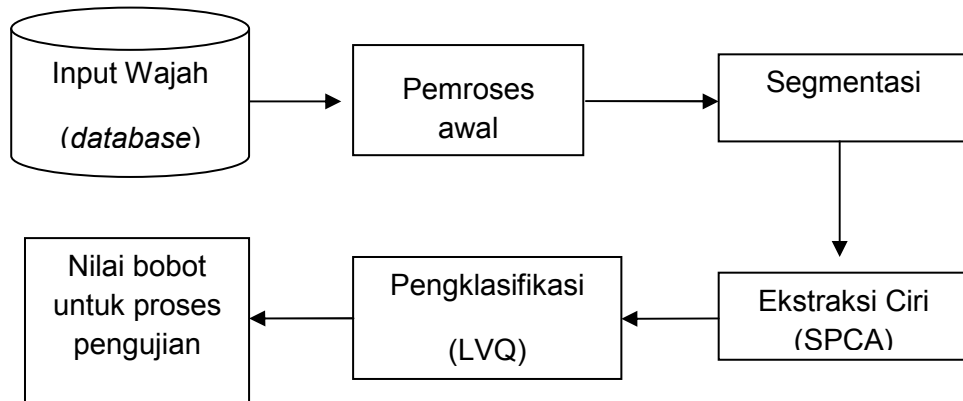
Seperti halnya pada sistem pengenalan biometrik yang lain, pengenalan wajah juga terdiri dari dua mode operasi yaitu identifikasi dan verifikasi (Jain *et al*, 2004). Pada mode identifikasi atau dikenal dengan mode satu-ke-banyak (*one to many*), gambar wajah seseorang yang belum diketahui dibandingkan dengan *template* wajah banyak orang yang tersimpan dalam database. Sedangkan pada mode verifikasi atau dikenal dengan mode satu-ke-satu (*one to one*), sistem membuat validasi identitas seseorang dengan cara membandingkan gambar wajah dengan *template* wajah kepunyaannya yang telah tersimpan dalam database.

Analisis unjuk kerja sistem untuk mode identifikasi diperoleh melalui proses pengujian menggunakan data pengujian (*testing set*) sehingga diperoleh akurasi pengenalan. Pada mode verifikasi unjuk kerja sistem dikenal dua istilah yaitu FRR (*False Rejection Rate*) dan FAR (*False Acceptance Rate*). FRR adalah nilai kemungkinan sistem gagal atau menolak pengguna yang sebenarnya. Sedangkan FAR (*False Acceptance Rate*) adalah nilai kemungkinan sistem gagal atau menerima pemalsu (Jain, 2004, Prabhakar, *et al*, 2003).

3. METODE PENELITIAN

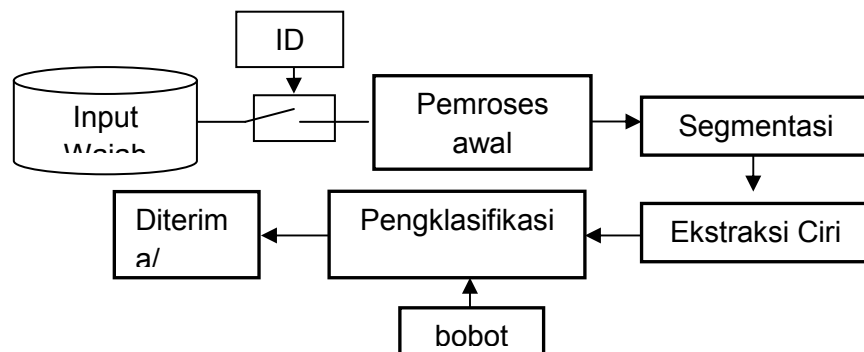
Secara garis besarnya sistem verifikasi wajah yang dirancang terdiri dari 2 fase yaitu pelatihan dan pengujian.

Diagram blok sistem verifikasi wajah pada fase pelatihan sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Blok diagram sistem verifikasi wajah pada fase pelatihan (*training*)

Sedangkan diagram blok sistem verifikasi wajah pada fase pengujian sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Blok diagram sistem wajah pada fase pengujian (*test*)

Input wajah (*Database*) dan Pemroses Awal

Data citra wajah yang digunakan saat pelatihan adalah berupa citra wajah dari lima orang yang masing-masing terdiri dari 10 citra pelatihan dan 10 citra pengujian. Citra. Pada pemroses awal dilakukan konversi dari citra true color ke dalam bentuk keabuan (*grayscale*).

Segmentasi daerah wajah

Citra yang diambil melalui webcam merupakan citra utuh dengan resolusi tertentu (160x120 piksel). Dalam citra utuh masih terdapat obyek background dan obyek wajah. Sebelum masuk pada tahap pengambilan ciri wajah sebagai input ke jaringan maka perlu dilakukan pemisahan obyek wajah dari obyek background. Untuk memisahkan obyek wajah dari background digunakan metode analisis proyeksi citra. Dari proyeksi citra abu-abu yang diperoleh, selanjutnya dilakukan proses cropping wajah. Proses ini dilakukan untuk menentukan bagian mana dari citra yang termasuk

wajah dan bagian mana yang termasuk background. Bagian yang termasuk wajah akan diwakili oleh *windows capture* dan bagian background akan diwakili oleh diluar *windows capture*. Penentuan nilai *windows capture* dapat lakukan dengan memanfaatkan bentuk segiempat panjang dengan menunggu masukkan dengan menggunakan mouse sebagai perintah pengambilan gambarnya.

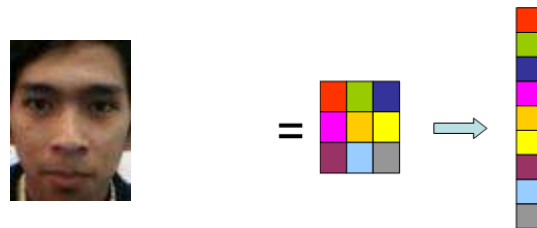
Ekstraksi ciri

Ekstraksi ciri adalah proses pemilihan ciri citra wajah yang digunakan sebagai input ke dalam JST. Ekstraksi ciri merupakan satu tahap yang dilakukan sebelum melakukan klasifikasi. Proses ini berkaitan dengan kuantisasi karakteristik citra ke dalam sekelompok nilai ciri yang sesuai. Ciri citra wajah diekstraksi dalam bentuk vektor ciri^[4]. Berikut adalah tahap-tahap ekstraksi ciri:

Tahap 1: Hadirkan citra wajah yang akan dilatihkan ke jaringan I_1, I_2, \dots, I_N

Tahap 2: Normalisasi citra wajah dari segi format, ukuran, dan dimensi citra. Hal ini dilakukan karena citra hasil segmentasi tidak memiliki dimensi yang identik antara yang satu dengan yang lainnya. Pengekstraksian ciri citra dengan dimensi yang berbeda-beda menyebabkan kerancuan dalam pengambilan ciri.

Tahap 3 : Representasikan citra wajah I_i ke dalam bentuk vektor Γ_i seperti pada Gambar 4.



Gambar 4. Representasi citra sebagai vektor

Tahap 4: Hitung rerata seluruh vektor citra wajah pelatihan

Rerata pola citra Ψ didefinisikan dengan persamaan:

$$\psi = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \Gamma_i$$

Dimana m adalah jumlah elemen vektor dan N adalah jumlah sampel citra

$$\text{rerata}(\Psi) = \frac{1}{M} \begin{bmatrix} \Gamma_{11} + \Gamma_{12} + \Gamma_{13} + \Gamma_{14} + \Gamma_{15} + \dots + \Gamma_{1n} \\ \Gamma_{21} + \Gamma_{22} + \Gamma_{23} + \Gamma_{24} + \Gamma_{25} + \dots + \Gamma_{2n} \\ \vdots \\ \Gamma_{m1} + \Gamma_{m2} + \Gamma_{m3} + \Gamma_{m4} + \Gamma_{m5} + \dots + \Gamma_{mn} \end{bmatrix}$$

Tahap 5 : Untuk mendapatkan vektor ciri, kurangkan nilai vektor citra wajah dengan nilai rerata seluruh sampel citra wajah.

$$\Phi_i = \Gamma_i - \psi$$

Φ_i merupakan pola hasil ekstraksi ciri yang akan digunakan sebagai input pada pengklasifikasi jaringan syaraf tiruan.

$$\Phi_1 = \begin{bmatrix} \Gamma_{11} - \Psi_1 \\ \Gamma_{21} - \Psi_2 \\ \vdots \\ \Gamma_{m1} - \Psi_m \end{bmatrix}, \Phi_2 = \begin{bmatrix} \Gamma_{12} - \Psi_1 \\ \Gamma_{22} - \Psi_2 \\ \vdots \\ \Gamma_{m2} - \Psi_m \end{bmatrix}, \Phi_3 = \begin{bmatrix} \Gamma_{13} - \Psi_1 \\ \Gamma_{23} - \Psi_2 \\ \vdots \\ c_{m3} - \Psi_m \end{bmatrix}, \dots, \Phi_n = \begin{bmatrix} \Gamma_{1n} - \Psi_1 \\ \Gamma_{2n} - \Psi_2 \\ \vdots \\ \Gamma_{mn} - \Psi_m \end{bmatrix}$$

Pengklasifikasi

Pengenalan adalah kemampuan untuk mengklasifikasi pola-pola input. Sedangkan klasifikasi adalah proses penetapan pola input ke dalam klas berdasarkan pada ciri dengan menggunakan teknik klasifikasi jaringan saraf tiruan LVQ. Dalam sebuah pola sangat memungkinkan adanya klas dan ciri yang lebih dari satu. Banyak klas dalam suatu pola tergantung pada jumlah obyek-obyek di dalam citra yang akan diklasikan.

Algoritma pembelajarannya adalah sebagai berikut (Fauset, 1994):

- x** : vektor pelatihan ($x_1, \dots, x_i, \dots, x_n$)
T : klas atau kategori vektor pembelajaran
w_j : vektor bobot unit output; ($w_{1j}, \dots, w_{ij}, \dots, w_{nj}$)
C_j : kategori atau klas yang berikan oleh unit output j
 $\|x - w_j\|$: jarak euclidean antara vektor input dan vektor

L0. Inisialisasi vektor referensi

Inisialisasi laju pembelajaran $\alpha(0)$

L1. Selama syarat berhenti *false* kerjakan langkah 2-6

L2. Untuk setiap vektor input pembelajaran x, kerjakan langkah 3-4

L3. Cari J sehingga $\|x - w_j\|$ minimum

L4. Perbarui w_j:

Bila **T** = **C_j**, maka

$$w_j(\text{baru}) = w_j(\text{lama}) + \alpha \cdot [x - w_j(\text{lama})]$$

Bila **T** ≠ **C_j**, maka

$$w_j(\text{baru}) = w_j(\text{lama}) - \alpha \cdot [x - w_j(\text{lama})]$$

L5. Kurangi laju pembelajaran

L6. Uji syarat berhenti;

Syaratnya: spesifikasi cacah iterasi atau laju pembelajaran mencapai nilai yang cukup kecil.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Keseluruhan *database* citra yang akan digunakan untuk pengembangan dan pengujian unjuk kerja sistem verifikasi wajah ditunjukkan pada Tabel 1. Citra yang digunakan pada proses fase pelatihan tidak akan digunakan dalam proses fase pengujian.

Tabel 1. *Database* citra yang digunakan

Sumber Citra	Citra Pelatihan	Citra Pengujian	Ukuran	Format
Citra webcam Asli	50 citra wajah (10 citra per orang)	50 citra wajah (10 citra per orang)	160x120	.jpg
Citra webcam Cropping	50 citra wajah (10 citra per orang)	50 citra wajah (10 citra per orang)	80x60	.jpg

Data yang digunakan saat pengujian terbagi menjadi dua, yaitu data milik orang yang sebenarnya dan data milik para “pemalsu”. Jumlah citra yang digunakan pada tahap ini untuk masing-masing orang berjumlah 10 citra.

Penggunaan variasi parameter-parameter diatas akan menghasilkan nilai FAR dan FRR yang dapat digunakan untuk mengetahui tingkat unjuk kerja optimal/terbaik dari sistem yang dirancang. FRR (*False Rejection Rate*) merupakan kemungkinan sistem gagal melakukan verifikasi dan menolak pengguna sebenarnya, sedangkan FAR (*False Acceptance Rate*) adalah kemungkinan perancangan sistem menerima “pemalsu”. Hasil pengujian sistem verifikasi sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 2 dan Tabel 3.

Tabel 2. Hasil pengujian FRR dengan variasi laju pembelajaran

User ID	FRR (%)									
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	2	3	7	8	11	11	10	4	4
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rata-rata	0	0,4	0,6	1,4	1,6	2,2	2,2	2	0,8	0,8

Tabel 3. Hasil pengujian FAR dengan variasi laju pembelajaran

User ID	FAR (%)									
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
1	0,56	8,33	13,33	2,78	3,33	3,33	3,88	4,44	2,77	2,77
2	0,56	0	0	0	0	0	0	0	56,66	67,77
3	3,86	2,22	1,67	1,11	1,11	28,33	33,33	52,77	56,66	65
4	0,56	0,56	0,56	0,56	3,33	13,33	23,88	41,11	53,33	58,33
5	2,22	1,67	0	1,65	5,55	8,88	12,77	15	17,22	27,77
Rata-rata	1,55	2,55	3,11	1,22	2,66	10,77	14,77	22,66	37,32	44,32

Berdasarkan dari hasil-hasil eksperimen sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 2 dan Tabel 3 diatas, dengan memvariasi nilai laju pembelajaran didapatkan hasil pengujian unjuk kerja sistem didapat nilai FRR rata-rata 0% dan FAR rata-rata 1,55% pada nilai laju pembelajaran 0,3.

Hasil yang telah diperoleh ini menunjukkan bahwa sistem mempunyai unjuk kerja yang baik dan dapat dikembangkan untuk aplikasi real. Namun upaya untuk lebih meningkatkan unjuk kerja sistem masih perlu dilakukan misalnya dengan melakukan proses yang mencoba menggunakan teknik-teknik lain pada tahap pemroses awal, ekstraksi ciri maupun pengklasifikasi.

5. SIMPULAN

Simpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah bahwa sistem verifikasi wajah menggunakan metode ekstraksi SPCA (*Simple Principle Component Analysis*) dan teknik klasifikasi jaringan saraf tiruan *Learning Vector Quantization* yang telah dibuat dapat bekerja dengan baik. Hasil-hasil eksperimen dari pengujian sistem didapatkan hasil pengujian unjuk kerja sistem didapat nilai FRR rata-rata 0% dan FAR rata-rata 1,55% pada nilai laju pembelajaran 0,1.

Pada penelitian selanjutnya dapat dikembangkan suatu sistem verifikasi wajah dengan cara menemukan metode ekstaksi ciri yang mampu menajamkan perbedaan untuk citra wajah yang berbeda dan adanya kemiripan untuk citra wajah orang yang sama. Selain itu dapat dilakukan dengan menggunakan teknik-teknik klasifikasi pola yang lebih sesuai.

DAFTAR PUSTAKA

- Fadlil, A., 2006. *Program Sederhana Sistem Pengenalan Wajah Menggunakan Fungsi Jarak*, Jurnal TELKOMNIKA Vol. 2 No.1, Teknik Elektro UAD, Desember 2006, Yogyakarta.
- Fadlil, A., 2007. *Perbandingan Pengklasifikasi Fungsi Jarak Dan Jaringan Syaraf Tiruan Pada Sistem Pengenalan Wajah*, Prosiding SNATI 2007, Yogyakarta.
- Fauset L., "Fundamentals of Neural Networks", Prentice Hall Inc., USA, 1994.
- Jain, A. K., Ross, A., and Prabhakar, A., 2004. *An Introduction to Biometric Recognition*, IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology, vol. 14, no. 1, January 2004, pp. 4-20.
- Prabhakar, S., Pankanti, S., Jain, A.K., 2003. *Biometric Recognition: Security and Privacy Concerns*, Security & Privacy Magazine, IEEE , Volume: 1 , Issue: 2 , Mar-Apr 2003, pp. 33 – 42.
- Roberto, B. and Tomaso, P., 1993. *Face Recognition: Features versus Templates*, IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, vol. 15, no. 10, October 1993, pp 1042-1052.
- Wilson, D. R. and Tony R. M., 1997. *Improved Heterogeneous Distance Functions*, Journal of Artificial Intelligence Research, vol 6 , pp. 1-34.
- Yang, M., Kriegman, D. J., and Ahuja, N., 2002. *Detecting Face in Images: A Survey*, IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, vol. 24, no. 1, January 2002, pp 34-58.
- Zhao, W., Chellappa, R., Phillips, P. J., and Rosenfeld, A., 2005, "Face Recognition: A Literature survey, ACM Computing Surveys", Vol. 35, No. 4, pp. 399–458.